

AC



(19)

Granted Document

(11) Publication number:

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 11037986

(51) Int. Cl.: G02F 1/01 G02B 6/12

(22) Application date: 17.02.99

(30) Priority:

(71) Applicant: NEC CORP

(43) Date of application publication: 29.08.00

(72) Inventor: YAMADA HIROHITO

(84) Designated contracting states:

(74) Representative:

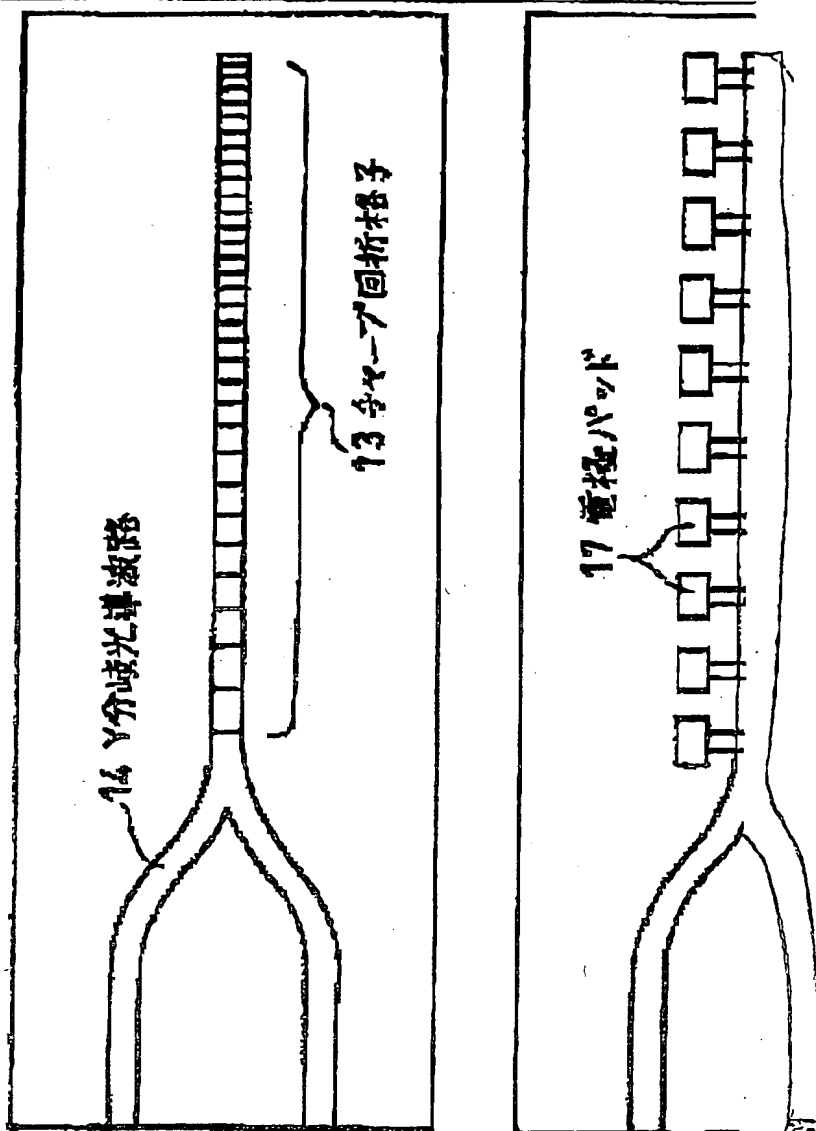
**(54) VARIABLE DISPERSION  
COMPENSATOR**

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To compensate in real-time every moment changing wavelength dispersion in an optical fiber by forming a chirp diffraction grating on an optical waveguide and forming plural micro-heaters or separation electrodes on it.

**SOLUTION:** First of all, the optical waveguide having a diffraction grating structure 13 continuously chirping a period is provided (A). Further, as a means changing a dispersion amount, plural micro-heaters 16 formed on the optical waveguide are provided (B). When a distribution is applied to power supplied to the micro-heaters 16, an optional temp. distribution is applied over the longitudinal direction of the optical waveguide. In such a manner, by controlling currents flowing through respective micro-heaters 16, and applying a suitable temp. distribution to the optical waveguide, the wavelength dispersion amount is changed continuously. Since dispersion compensation in real-time becomes possible, a code error rate based on signal waveform deterioration due to the wavelength dispersion is reduced, and a transmission distance is improved, or transmission capacity is improved.

COPYRIGHT: (C)2000, JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-235170

(P2000-235170A)

(43) 公開日 平成12年8月29日 (2000.8.29)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ターム (参考)
G 0 2 F 1/01		G 0 2 F 1/01	C 2 H 0 4 7
G 0 2 B 6/12		G 0 2 B 6/12	H 2 H 0 7 9

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平11-37996

(22) 出願日 平成11年2月17日 (1999.2.17)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 山田 博仁

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社社内

(74) 代理人 100098812

弁理士 ▲横▼川 信

Fターム (参考) 2H047 LA02 LA03 NA01 NA02 NA05

QA04 PA08 TA00

2H079 AA02 AA06 BA06 CA04 CA24

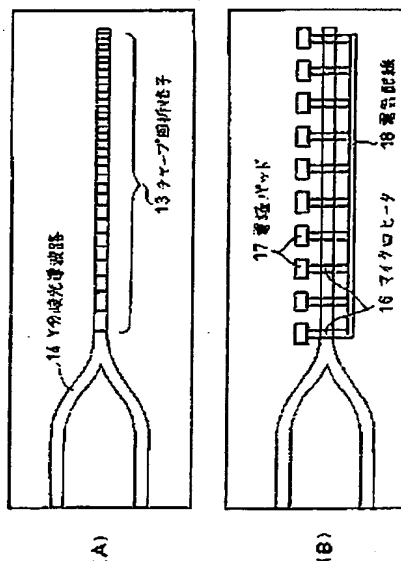
DA05 EA03 EA05 EB27 KA08

(54) 【発明の名称】 可変分散補償器

(57) 【要約】

【課題】 時々刻々変化する光ファイバ中での波長分散をリアルタイムで補償することができる可変分散補償器を得る。

【解決手段】 光導波路にチャープ回折格子13を形成し、その上に複数のマイクロヒータ16を形成することにより、光導波路上に温度分布を持たせて、屈折率の変調制御を行うようにして分散補償をリアルタイムに可変制御するものであり、光導波路としては石英ガラス導波路が適している。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 周期が連続的に変化する回折格子構造を有する光導波路と、この光導波路の屈折率を変調制御して可変分散補償を行う屈折率変調制御手段とを含むことを特徴とする可変分散補償器。

【請求項2】 前記光導波路は石英ガラスからなることを特徴とする請求項1記載の可変分散補償器。

【請求項3】 前記屈折率変調制御手段は、前記光導波路に温度分布を持たせて前記光導波路の屈折率の変調制御をなすようにしたことを特徴とする請求項1または2記載の可変分散補償器。

【請求項4】 前記屈折率変調制御手段は、前記光導波路に電界分布を持たせて前記光導波路の屈折率の変調制御をなすようにしたことを特徴とする請求項1または2記載の可変分散補償器。

【請求項5】 前記屈折率変調制御手段は、前記光導波路を複数領域に分割してこれ等各領域の温度制御をなすヒータを有することを特徴とする請求項3記載の可変分散補償器。

【請求項6】 前記屈折率変調制御手段は、前記光導波路を複数領域に分割してこれ等各領域の電界制御をなす電極を有することを特徴とする請求項4記載の可変分散補償器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は可変分散補償器に関する。特に長距離光通信における光ファイバ中での波長分散の補償をなすための可変分散補償器に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、長距離光ファイバ通信において、光ファイバ中での波長分散が光信号波形を劣化させ、伝送距離を制限するという問題が有った。これに対して、様々な分散補償の方法が考えられ、その内の幾つかは実用化されている。例えば、代表的なものとしては、図7に示すような分散補償光ファイバを用いる方法がある。すなわち、伝送路である通常の光ファイバ11の分散量とは符号が異なる分散量を有する光ファイバ12を伝送路中に挿入することにより、通常の光ファイバ11の分散量を打ち消して、伝送路全体としてゼロ分散を実現できる。従って、光信号の伝送距離を伸ばすことができる。この方式は既に実用化されている。

【0003】これに対して、図8に示す方法は、分散補償光ファイバの代わりにチャープ回折格子構造13を有する光導波路(PLC(Planner Light-wave Circuit)や光ファイバ)15を用いる方法である。分散補償光ファイバを用いる方式では、非常に長い(数km~数十km)分散補償光ファイバが必要であり高価であるが、この場合は数cm~数十cmの長さの光導波路で実現できるため、安価でコンパクトにできる可能性があるが、未

だ実用化には至っていない。尚、14はY分岐光導波路を示している。

【0004】また、特開平6-216467号公報の技術を参照すると、半導体導波路上に複数の電極を形成し、これ等電極を通して半導体導波路への印加電圧あるいは電流注入に分布を持たせて、屈折率を変調して分散補償を行うものである。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来技術に述べた様に、長距離光ファイバ通信における分散補償に関しては既に実用化されているものも有るが、しかしながら実際の光ファイバ通信においては、光ファイバ中での波長分散量が時々刻々変化するという問題が最近クローズアップされてきている。この場合、従来の分散補償の方式では、補償できる分散量は固定であり、時々刻々変化する光ファイバ中での波長分散を補償することはできない。

【0006】本発明は、この様な従来の分散補償器の問題を解決して、時々刻々変化する光ファイバ中での波長分散をリアルタイムで補償することができるような可変分散補償器を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明による可変分散補償器は、周期が連続的に変化する回折格子構造を有する光導波路と、この光導波路の屈折率を変調制御して可変分散補償を行う屈折率変調制御手段とを含むことを特徴とし、前記光導波路は石英ガラスからなることを特徴とする。

【0008】そして、前記屈折率変調制御手段は、前記光導波路に温度分布を持たせて前記光導波路の屈折率の変調制御をなすようにしたことを特徴とし、また前記屈折率変調制御手段は、前記光導波路に電界分布を持たせて前記光導波路の屈折率の変調制御をなすようにしたことを特徴とする。

【0009】更に、前記屈折率変調制御手段は、前記光導波路を複数領域に分割してこれ等各領域の温度制御をなすヒータを有することを特徴とし、また前記屈折率変調制御手段は、前記光導波路を複数領域に分割してこれ等各領域の電界制御をなす電極を有することを特徴とする。

【0010】本発明の作用を述べる。光導波路にチャープ回折格子を形成し、その上に複数のマイクロヒータあるいは分離電極を形成することにより、光導波路上に温度分布あるいは電界分布を持たせて、屈折率の変調制御を行うようにして分散補償をリアルタイムに可変制御するものであり、光導波路としては石英ガラス導波路が適している。

## 【0011】

【発明の実施の形態】次に、図面を参照しながら本発明の実施例について説明する。図1は本発明の第一の実施例を示す可変分散補償器である。まず最初に、周期を連

統的にチャープさせた回折格子構造13を有する光導波路が必要となる。この光導波路としては、S1基板上の石英ガラス導波路、半導体基板上の半導体導波路、光ファイバ等を用いることができる。図では、光導波路の端にY分岐導波路14が設けられているが、光サーキュレーターを用いれば、このY分岐導波路14は特に必要はない。

【0012】回折格子の周期 $\Lambda$ はブラッグ波長を中心にチャープさせれば良い。例えば、屈折率 $n=1.5$ の石英光導波路を $1.55\mu\text{m}$ 帯で用いるならば、 $\Lambda=1.55\mu\text{m}/2n$ で、約 $517\text{nm}$ を中心にチャープさせれば良い。通常の光ファイバは $1.55\mu\text{m}$ 帯の波長の光に対して異常分散を示すため、その波長分散の値は正となり、だいたい分散量 $D$ は、 $D=17\text{ps/nm/km}$ となる。

【0013】つまり、波長の短い光の方が波長の長い光よりも早く伝播する。従って、これを打ち消すためには負の波長分散が必要である。つまり、波長の長い光の方が波長の短い光よりも長いパスを通過して再び合波されるようなものが有れば、光ファイバ中の波長分散を打ち消すことができる。図に示す構造では、回折格子の周期は光導波路の入り口から奥に入るに従い短くなるようなチャープ回折格子構造を有する。

【0014】この場合、光導波路の入り口付近は回折格子の周期が長く、ブラッグ反射波長が長いので、波長の長い光は導波路の入り口付近で反射されて光導波路を戻って行く。一方、波長の短い光は光導波路の入り口付近では反射されず、光導波路の奥深くまで進入する。そして、回折格子の周期で決まるブラッグ反射波長と一致した点で反射される。従って、光導波路を出る時は、波長の短い光の方が波長の長い光よりも長いパスを通過することになり、負の波長分散を与えることができる。この様子を図2に示す。

【0015】ここまでならば従来技術としての分散補償器と同じであるが、本発明では、その分散量を変えられることに特徴がある。分散量を変える手段は、図1

(B)に示すように、光導波路上に形成した複数のマイクロヒータ16である。例えば、石英ガラス導波路の場合、材料である石英ガラスを加熱することにより、屈折率を変化させることができる。また石英ガラスは非常に熱伝導が悪いので、小さな一部分の領域のみを加熱することも可能である。従って、マイクロヒータ16に加える電力に分布をつければ、光導波路の長さ方向にわたって任意の温度分布をつけることができる。

【0016】マイクロヒータ16としては、例えばニッケルやタングステン等の金属を光導波路上に蒸着し分離して、そこに電流を流すための電極17を設ければ良い。加熱により屈折率が増加すれば、ブラッグ反射波長も変化する。図3はこの様子を示す。尚、18は全ての

電極17に共通の電気配線を示している。

【0017】ブラッグ反射波長 $\lambda=2n\Lambda$ で表せるので、加熱により屈折率が増加すれば、回折格子の周期 $\Lambda$ が一定でも波長にシフトする。従って図3のAに示すように、光導波路の入り口付近を加熱すれば、入り口付近のブラッグ波長は長波長にシフトする。逆に、Bのように光導波路の奥の方を加熱すれば、ブラッグ波長の分布は同図のようになる。

【0018】ここで、AとBの場合の波長分散量は、図4と図5に示すようになり、Aの場合には小さく、逆にBの場合には大きくなる。このように、各マイクロヒータに流す電流を制御することにより、光導波路に適切な温度分布をつけることによって波長分散量を連続的に変化させることができる。

【0019】図6は本発明の第2の実施例を示す。先の例では、温度により屈折率を変化させているが、誘電体や半導体に電界を印加することによる電気光学効果や、半導体に電流を注入することによるプラズマ効果を用いて屈折率を変化させる方法も考えられる。図6では、このような電気光学効果やプラズマ効果によって屈折率変調を行うための分離電極17を光導波路上に形成した様子を示したものである。基本的な動作については先の例と同様であるが、屈折率の分布を電界印加あるいは電流注入によりつける点で異なる。

【0020】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、長距離光通信における光ファイバ中での波長分散量が時々刻々変化するという問題に対して、リアルタイムでの分散補償が可能となるので、波長分散による信号波形劣化に替って符号誤り率を低減できることになり、結果的には伝送距離の向上あるいは伝送容量の向上が期待できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の構造を示す図である。

【図2】図1の実施例の可変分散補償器におけるチャープ回折格子の位置とその周期及びブラッグ波長との関係を示す図である。

【図3】図1の実施例の可変分散補償器におけるヒータの温度分布を示す図である。

【図4】図1の実施例の可変分散補償器におけるチャープ回折格子の位置と波長との関係の一例を示す図である。

【図5】図1の実施例の可変分散補償器におけるチャープ回折格子の位置と波長との関係の他の例を示す図である。

【図6】本発明の他の実施例の構造を示す図である。

【図7】従来技術の一例を示す図である。

【図8】従来技術の他の例を示す図である。

【符号の説明】

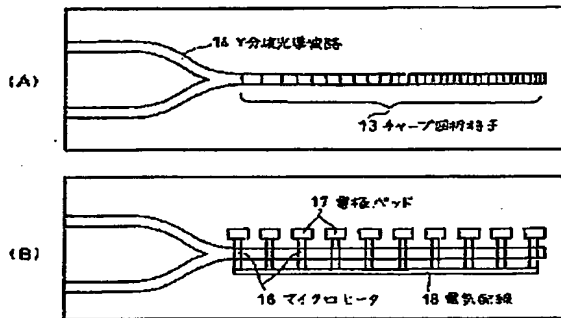
13 チャープ回折格子

14 Y分岐光導波路  
16 マイクロヒータ

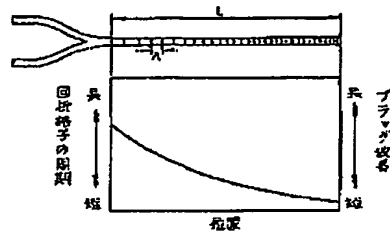
\* 17 電極パッド

\*

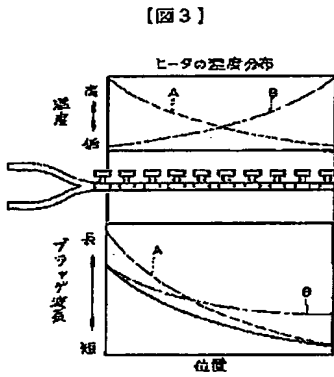
【図1】



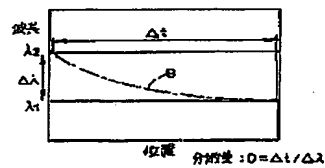
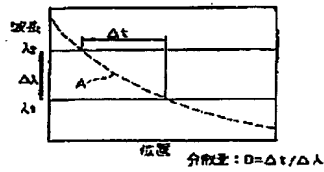
【図2】



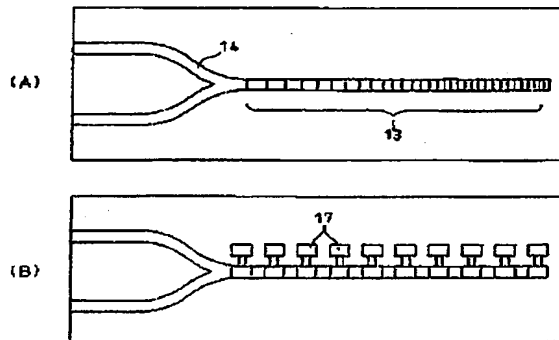
【図3】



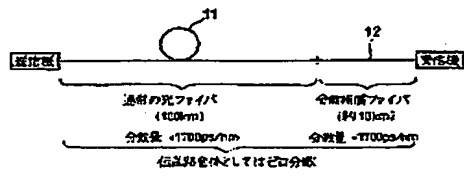
【図4】



【図6】



【図7】



【図8】

